

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-175703

⑪ Int. Cl.⁴G 02 B 6/10
C 08 J 3/28
G 02 B 6/00

識別記号

CFH

庁内整理番号

H-7370-2H
8115-4F
U-7370-2H※審査請求 未請求

⑬ 公開 昭和62年(1987)8月1日

発明の数 2 (全9頁)

⑭ 発明の名称 有機シロキサン光導波路およびその製法

⑮ 特 願 昭61-19130

⑯ 出 願 昭61(1986)1月29日

⑰ 発 明 者 上 宮 崇 文 大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社
大阪製作所内

⑱ 発 明 者 大 澤 良 隆 大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社
大阪製作所内

⑲ 発 明 者 丹 羽 真 一 郎 大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社
大阪製作所内

⑳ 発 明 者 西 村 昭 大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社
大阪製作所内

㉑ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪市東区北浜5丁目15番地

㉒ 代 理 人 弁理士 青 山 葆 外2名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

有機シロキサン光導波路およびその製法

2. 特許請求の範囲

1. (1)少なくとも1つの閉ざされた空間を全長にわたって有する光伝送方向に長いポリマー製支持部材、

(2)ポリマー製支持部材の該空間を充填する有機シロキサンポリマーからなる透明な少なくとも1つの光導波部、

(3)要すれば、支持部材と光導波部の間に存在する中間層、および

(4)要すれば、光導波部内におよび/または支持部材内に存在する棒状体および/または管状体を有する光導波路。

2. 光導波部が架橋硬化体もしくはゲル状である特許請求の範囲第1項記載の光導波路。

3. 光導波部の架橋度が部分的に異なる特許請求の範囲第1項記載の光導波路。

4. 光導波部の端部が架橋硬化体であり、他の

部分が液状ないしゲル状である特許請求の範囲第3項記載の光導波路。

5. 少なくとも2つの独立した光導波部を有する特許請求の範囲第1〜4項のいずれかに記載の光導波路。

6. 少なくとも1つの空孔を有する特許請求の範囲第1〜5項のいずれかに記載の光導波路。

7. ポリマー製支持部材の屈折率は光導波部の屈折率よりも小さい特許請求の範囲第1〜6項のいずれかに記載の光導波路。

8. 中間層の屈折率は光導波部の屈折率よりも小さい特許請求の範囲第1〜7項のいずれかに記載の光導波路。

9. (1)少なくとも1つの閉ざされた空間を全長にわたって有する光伝送方向に長いポリマー製支持部材、

(2)ポリマー製支持部材の該空間を充填する有機シロキサンポリマーからなる透明な少なくとも1つの光導波部、

(3)要すれば、支持部材と光導波部の間に存在す

る中間層、および

(4)要すれば、光導波部内におよび／または支持部材内に存在する棒状体および／または管状体を有する光導波路を有する光導波路の製法であつて、

中間層をその内面に要すれば有し、管状体および／または棒状体を所定位置に要すれば埋設したおよび／または固定したポリマー製支持部材の少なくとも1つの空間に液状有機シロキサンポリマーを充填した後、液状有機シロキサンポリマーを少なくとも部分的に架橋させ、光導波部を形成することを特徴とする光導波路の製法。

10. 液状有機シロキサンポリマーを架橋硬化体もしくはゲル状とした特許請求の範囲第9項記載の光導波路の製法。

11. 液状有機シロキサンポリマーの架橋度を部分的に変える特許請求の範囲第9項記載の製法。

12. 液状有機シロキサンポリマーの架橋度を光導波路の端部で大きくする特許請求の範囲第11項記載の製法。

の可換性が優れているので、好ましく用いられる。そのような光導波路としては、種々のものがあり、第9図に従来のそのような光導波路の例を示す。

第9図は、液状ポリマーをポリマー製支持部材91に充填し全体的に架橋させたものを光導波部92とする光導波路である。図面において架橋硬化部分を斜線で示すが、液状ポリマーは全て架橋硬化されている。付加型架橋または縮合型架橋を行うため、パーオキシライドもしくは塩化白金酸の添加、または加熱などの方法が用いられている。しかし、いずれの方法においても欠点がある。パーオキシライドを添加する場合には気体が発生する。塩化白金酸を添加する場合には塩化白金酸による光の吸収が生じる。加熱する場合には加熱冷却による体積の膨張収縮のため支持部材と光導波部との剥離が生じる。その結果として光導波路の光伝送損失が増大する。また、放射線照射による架橋方法も用いられるが、支持部材内の液状ポリマーを全て完全な架橋硬化体とするためには、多量の照射量を要する。

13. 光導波部形成前のポリマー製支持部材は少なくとも2つの空間を有しており、液状有機シロキサンポリマーを少なくとも1つの空間に充填する特許請求の範囲第9～12項のいずれかに記載の製法。

14. ポリマー製支持部材の屈折率は光導波部の屈折率よりも小さい特許請求の範囲第9～13項のいずれかに記載の製法。

15. 中間層の屈折率は光導波部の屈折率よりも小さい特許請求の範囲第9～14項のいずれかに記載の製法。

16. 架橋を放射線照射により行う特許請求の範囲第9～15項のいずれかに記載の製法。

3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は、有機シロキサンポリマーを光導波部とする光導波路およびその製法に関する。

[従来技術]

液状ポリマーから形成されている光導波部、およびポリマー製支持部材を有する光導波路は、そ

[発明の目的]

本発明の目的は、上記欠点を解消した光導波路を提供することにある。

[発明の構成]

本発明の要旨は、

- (1)少なくとも1つの閉ざされた空間を全長にわたって有する光伝送方向に長いポリマー製支持部材、
- (2)ポリマー製支持部材の該空間を充填する有機シロキサンポリマーからなる透明な少なくとも1つの光導波部、
- (3)要すれば、支持部材と光導波部の間に存在する中間層、および
- (4)要すれば、光導波部内におよび／または支持部材内に存在する棒状体および／または管状体を有する光導波路に存する。

本発明の他の要旨は、

- (1)少なくとも1つの閉ざされた空間を全長にわたって有する光伝送方向に長いポリマー製支持部材、

(2) ポリマー製支持部材の該空間を充填する有機シロキサンポリマーからなる透明な少なくとも1つの光導波部、

(3) 要すれば、支持部材と光導波部の間に存在する中間層、および

(4) 要すれば、光導波部内におよび／または支持部材内に存在する棒状体および／または管状体を有する光導波路を有する光導波路の製法であって、

中間層をその内面に要すれば育し、管状体および／または棒状体を所定位置に要すれば埋設したおよび／または固定したポリマー製支持部材の少なくとも1つの空間に液状有機シロキサンポリマーを充填した後、液状有機シロキサンポリマーを少なくとも部分的に架橋させ、光導波部を形成することを特徴とする光導波路の製法に存する。

ポリマー製支持部材は、光ファイバにおけるクラッドに相当し、光導波部よりも屈折率の小さい材料で構成される。好ましい材料としては、含フッ素ポリマー、例えばテトラフルオロエチレン／ヘ

キサフルオロプロピレンコポリマーおよびポリテトラフルオロエチレンなどが挙げられる。更に、ポリクロトリフルオロエチレン、含フッ素ポリシロキサン、ポリ塩化ビニル、ポリエチレンなどのポリマーを用いてよく、また比較的屈折率が小さいジメチルシロキサンゴムを用いてもよい。可塑性が要求される場合には、ゴム材料が好ましい。中間層が存在する場合には屈折率に対する制約はなく、あらゆるポリマー、例えばプラスチックおよびエラストマーから力学特性に優れたものを選択すればよい。ポリマー製支持部材の形状は、チューブ状、板状またはテープ状のいずれの形状であってもよい。光導波部を収容するための支持部材の形状は、円形のものに限定されず、他のいずれの形状であってもよい。

光導波部は、透明な有機シロキサンポリマーからできており、光伝送に適している。本発明において、液状ポリマーの架橋を完全には行わず、従って、液状ないしゲル状の有機シロキサンポリマーを光導波部として利用する。こうすることにより、

導波部全体を完全に架橋する場合に比較して必要な照射放射線量は少なく消費エネルギーコストが低くなる。光導波部の端部が架橋硬化体であり、他の部分は液状ないしゲル状であることが特に好ましい。光導波路が液状である場合には、光導波路を屈曲しても、支持部材と光導波部の密着性が良好である。また、光導波部がゲル状である場合には、光導波路からの液漏れは生じない。光導波部を形成するための液状ポリマーとしては、いずれの有機シロキサンポリマーを用いてもよいが、高屈折率が得られるので、ジメチルシロキサン／ジフェニルシロキサンコポリマー、ジメチルシロキサン／メチルフェニルシロキサンコポリマーが好ましい。

場合により存在する中間層は、光導波部の屈折率よりも低い屈折率を有する材料からできている。中間層を用いる場合としては、例えば、以下の場合が挙げられる：ポリマー製支持部材のみでは、光導波部の保護、または機械的強度などの要求を十分に果たせない場合；強度などの理由から光導

波部よりも小さい屈折率の支持部材を得られない場合、または；ポリマー製支持部材は、押出成型により一般には作られるが、その際に生じるポリマー製支持部材の内面の傷、表面粗さなどが光の透過損失に影響を与える場合など。中間層の材料としては、シロキサンポリマー、フルオロシロキサンポリマー、含フッ素ポリマー、ポリビニルアセテート、エチレン／ビニルアセテートコポリマー、ポリビニルアセタール、メチルセルロースなどが好ましい。中間層としてプラスチックなどの可塑性に乏しい材料を用いる場合には、可塑性に対する要求を満足することが難しいので、中間層の厚さを薄くすることが好ましい。

場合により存在する棒状体および／または管状体は、光導波部の内部に、支持部材の内部にまたはこれら両方に存在する。棒状体および／または管状体は、通常、光導波路の全長にわたって存在する。しかし、光導波路の全長にわたって存在する必要はなく、例えば、棒状体および／または管状体は光導波路の長さ方向の中央部分で存在し、

光導波路の端部の側面において光導波路の外に出ている。棒状体の例としては、イメージファイバ、電線またはワイヤなどが挙げられる。管状体の例としてはパイプなどが挙げられ、管状体の空間は、流体(液体または気体など)の流路として、または物体を挿入するための孔として用いられる。棒状体および管状体は、光導波路の内部にある場合に、光の吸収や散乱を少なくするため、その外周が含フッ素ポリマーなどで被覆されていることが好ましい。

液状有機シロキサンポリマーを架橋するためには、放射線照射、架橋剤、例えばパーオキサイド、架橋助剤、例えば白金触媒、または加熱などを用いることができる。架橋剤または架橋助剤などの不純物は吸収散乱の原因になるので、放射線照射による方法が好ましい。放射線架橋に際しては、放射線照射をアンダー気味にし、すなわち照射線量を絞り、ガス発生などを防止することが好ましい。ここで放射線とは、 α 線、 β 線、 γ 線、X線および電子線のことを言う。

(図面の斜線部分)で架橋度が大きくなっており、例えば光導波路の両端部は完全な架橋硬化体である。これにより、液状ないしゲル状有機シロキサンポリマーが光導波路外に漏れることは避けられる。従って、光導波路の末端での取扱容易性は向上している。

第3図は、中間層を有する本発明の光導波路の横断面図である。光導波路の数は1つである。中間層33が、ポリマー製支持部材31と光導波路32の間に存在する。中間層33の屈折率は光導波路32の屈折率よりも小さい。ポリマー製支持部材31の屈折率は、光導波路32の屈折率よりも低くする必要はなく、ポリマー製支持部材材料の選択幅は広い。中間層33は、ポリマー製支持部材を製造するときに同時に(例えば、ポリマー製支持部材と中間層の同時押出により)、あるいはポリマー製支持部材を製造した後にその内面に中間層材料を被覆することによって製造できる。

以下に、中間層が存在しない態様を説明するが、中間層がポリマー製支持部材と光導波路の間に存

在してもよい。以下に添付図面を参照して本発明を説明するが、本発明は図面の態様に限定されるものではない。

第1図は、1つの光導波路を有する本発明の光導波路の横断面図である。この光導波路は本発明における最も簡単な態様であり、中間層および棒状体および管状体を持たない。光導波路は、液状ないしゲル状のいずれであってもよい。ポリマー製支持部材11の屈折率は、光導波路12の屈折率よりも小さい。ポリマー製支持部材11の空間に液状有機シロキサンポリマーを充填した後、少なくとも部分的に放射線照射することによって光導波路12は形成されている。有機シロキサンの架橋度は照射線量によって制御でき、液状有機シロキサンポリマーは完全には架橋硬化されていない。

第2図は、光導波路の両端部での架橋度が中央部での架橋度よりも大きい本発明の光導波路の横断面図である。支持部材21内に充填した液状有機シロキサンポリマーの両端部に放射線を多く照射することによって、光導波路22はその両端部

在してもよい。

第4A図および第4B図は、複数の光導波路を有する本発明の光導波路の横断面図である。第4A図の光導波路はポリマー製支持部材41の内部に2つの光導波路42を有し、第4B図の光導波路はポリマー製支持部材41'の中に3つの光導波路42'を有する。これら光導波路は、ポリマー製支持部材の複数の空間の全てに液状有機シロキサンポリマーを充填し架橋させることによって製造されている。図面において半円形および円形の光導波路を示すが、光導波路の断面形状はいずれの形状であってもよく、例えば、三角形および四角形などの多角形であってもよい。また、光導波路の断面形状は、円形、四角形だけに限定されず、あらゆる形状であってもよく、また光導波路の外周はテーパー状などであってもよい。更に、2つの光導波路は、平行である必要はなく、螺旋状などであってもよい。

第5A~5D図は、少なくとも1つの空孔を有する本発明の光導波路の横断面図である。第5A

図および第5B図の光導波路はポリマー製支持部材51または51'の内部に1つの光導波路52または52'および1つの空孔53または53'を有する。第5A図の光導波路と第5B図の光導波路は、空孔の形状において異なる。第5C図はポリマー製支持部材51'の内部に2つの光導波路52'および2つの空孔53'を有する。これら光導波路は、少なくとも2つの空間を有するポリマー製支持部材の少なくとも1つの空間に液状有機シロキサンポリマーを充填し硬化させ光導波路を形成するが、少なくとも1つの空間をそのままにしておき空孔を形成することによって製造される。光導波路および空孔の数および形状は、いずれであってよく、図面の態様に限定されない。空孔は、種々の目的に使用でき、例えば、液体または気体の送入口、イメージファイバの収容孔として用いられ、本発明の光導波路は医療用カテーテルとして応用できる。更に、空孔には、用途により、電線、ワイヤなどを収容できる。

第5D図は、バルーン付き血管用カテーテルと

棒状体を有する。この光導波路も、カテーテルとして用いることができ、支持部材61および有機シロキサンからなる光導波路62を有し、光導波路62の内部にはイメージファイバ63および2つの管状体64、64'が埋設されている。管状体64および64'は、血管内でバルーン膨張させるための生理食塩水の注入、およびバルーン内からの生理食塩水または空気を抜くための管路としてそれぞれ用いられる。

この光導波路は以下のようにして製造できる：最外殻となる支持部材61の中にチューブ64、64'およびポリテトラフルオロエチレンで被覆したイメージファイバ63を挿入して位置決めする。位置決めは、位置決め用具(図示せず)にチューブ61、64、64'およびイメージファイバ63をはめ込み、それぞれに強い張力をかけて、真直に保つことにより行う。次に、チューブ61の一端に設けた孔(図示せず)から2液性シリコンゴム(付加型硬化タイプ)を注入して、チューブ61内を充填する。シリコンゴムの充填後、

して用いる本発明の光導波路の横断面図である。このカテーテルは、血管内の検査に用いられるもので、支持部材54の内部にある光導波路は照明光を送るライトガイド55として用いられ、光導波路に接続される。3つの空孔の内、空孔56にはイメージファイバ59が挿入され、他の2つの空孔57、58は、それぞれバルーン膨張用孔およびフラッシュ用孔として用いられる。このカテーテルの先端を血管内の所定位置に挿入した後、バルーン膨張用孔57を通じてバルーンに液体を注入し、バルーンを膨張させてカテーテルを血管内に固定する。血管内の血液は、フラッシュ用孔58から液体(たとえば、生理食塩水)を吸出させることにより除去する。照明用ライトガイド55を通じて送られる光により血管内部を照明する。この状態で、イメージファイバ59により血管内部の観察を行う。

第6図は、棒状体および/または管状体が光導波路内に存在する本発明の光導波路の横断面図である。この光導波路は2つの管状体および1つの

果実し成形し、カテーテル本体とする。第6図のカテーテルのほか、チューブ64、64'がない単に内視に用いるカテーテルなども本発明の範囲内であり、更に棒状体および/または管状体の数は、限定されず、いくつでもよい。

第7A~7C図は、棒状体および/または管状体が支持部材中に存在する本発明の光導波路の横断面図である。第7A図の光導波路は支持部材71の内部に1つの光導波路72および2つの棒状体(例えば、電線)73を有し、第7B図の光導波路は支持部材71'の内部に1つの光導波路72'、1つの棒状体73'および1つの管状体74'を有し、第7C図の光導波路は支持部材71''の内部にそれぞれ2つの光導波路72'、棒状体73'および管状体74'を有する。棒状体および/または管状体は、支持部材内部で、光導波路外部にある。これら光導波路は、棒状体および/または管状体と共に押出成形することにより1つの空間ならびに管状体および/または棒状体を有するポリマー製支持部材を得、次いで支持部材の空間に液状ガ

リマーを充填し、次いで硬化する方法などにより製造できる。

第6図と第7図とを組み合わせた態様、即ち、棒状体および/または管状体が、光導波路中および支持部材中に存在する態様も本発明の範囲内である。

第8A図および第8B図は、液状ポリマーおよびゲル状ポリマーが部分的に(例えば、光導波路の末端部を除く光導波路の全長にわたって)存在する本発明の光導波路の横断面図である。図面において、液状のままの部分83または83'は、液状部分83または83'およびその外側のゲル状部分からなる。第8A図の態様と第8B図の態様において液状部分83と液状部分83'の断面形状が異なっている。第8A図の光導波路は、ポリマー製支持部材81の全周図方向から電子線を照射するが中心部分の液状有機シロキサンポリマーを架橋させないことによって、光導波路82の内側に液状部分83を残している。第8B図の光導波路82'は、

ンを2 μ mフィルタにより濾過し、チューブ内に充填した。このチューブの両端部で長さ20cmにわたって電子線を7メガラド照射し、液状ポリジメチルシロキサンを硬化させ、光導波路を得た。その伝送損失を第1表に示す。

実施例2

実施例1と同様にして得たチューブに電子線を3Mrad照射し、さらにチューブの両端部で長さ20cmにわたって電子線を4Mrad照射して光導波路を得た。その伝送損失を第1表に示す。

実施例3

内径4mm、外径6mmおよび長さ2mのシリコンゴムチューブを無溶剤で洗浄した後、ダイキン工業社製フッ素ゴムダイエルC901($n_D = 1.36$)の15重量%メチルケトン溶液をシリコンゴムチューブ内に流し、十分に溶剤を乾燥させた。この操作を2回行った後、2 μ mフィルタで濾過した液状ポリジメチルシロキサンをチューブ内に充填した。このチューブの全長にわたって電子線を3Mrad照射し、さらにチューブの両端部で

ポリマー製支持部材81'の向かい合う2つの方向から電子線を照射することによって形成されており、楕円形の液状部分83'が存在する。液状部分83および83'の大きさは、電子線の加速電圧などにより容易に調節できる。あるいは、液状部分とゲル状部分との位置関係は逆転してもよく、ゲル状部分が液状部分の内側に存在してもよい。

本発明の光導波路体は、カテーテル、ライトガイド、イルミネーション、光センサー、例えば自動車ランプの断線検知センサーまたは物体の検知センサー、光スイッチならびにカウンターなどにおいて使用することができる。

[実施例]

以下に実施例を示す。

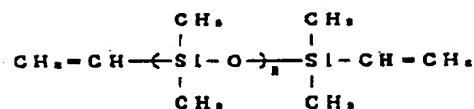
実施例1

内径2mm、外径3mmおよび長さ10mのフッ素化エチレン/フッ素化プロピレン共重合体(FEP)チューブを無溶剤で洗浄した後、重量平均分子量1.5 $\times 10^4$ の液状ポリジメチルシロキサ

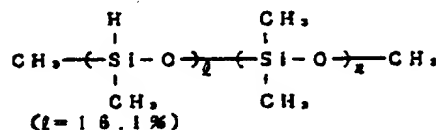
長さ20cmにわたって電子線を4Mrad照射して光導波路を得た。その伝送損失を第1表に示す。

比較例1

内径2mm、外径3mmおよび長さ10mのフッ素化エチレン/フッ素化プロピレン共重合体(FEP)チューブを無溶剤で洗浄した後、重量平均分子量2 $\times 10^4$ で液状の



と、重量平均分子量1.3 $\times 10^4$ で液状の



との重量比4:1の混合物を2 μ mフィルタにより濾過し、チューブ内に充填した。これを炉内において200℃で12時間熱処理して、ポリマー混合物を硬化させた。室温に冷却後、チューブを炉から取り出したところ、チューブ全体に割傷が生

じていた。この光導波路の伝送損失を第1表に示す。

比較例 2

信越化学株式会社製 KEI 08 (両末端ビニル基ポリジメチルシロキサン、粘度40ポイズ、淡黄色透明液体)と同社製CAT-RG (ジメチルシロキサン/メチル水素シロキサン共重合体、無色透明液体)をそれぞれ適量し重量比10:1で混合した。無塵溶剤で洗浄した内径2mm、外径3mmおよび長さ5mのPEPチューブにこの混合物を充填し、室温で硬化させた。得られた光導波路の伝送損失を第1表に示す。

第1表

	伝送損失(650nm)(dB/km)
実施例1	380
実施例2	390
実施例3	500
比較例1	700
比較例2	1800

4. 図面の簡単な説明

11, 21, 31, 41, 41', 51, 51', 51",
54, 61, 71, 71', 71", 81, 83', 91...
ポリマー製支持部材、

12, 22, 32, 42, 42', 52, 52', 52",
55, 62, 72, 72', 72", 82, 82', 92...
光導波部、

33...中間層、

53, 53', 53", 56, 57, 58...空孔、

59, 63, 73, 73', 73"...棒状体、

64, 84', 74', 74"...管状体、

83, 83'...波状部分。

特許出願人 住友電気工業株式会社

代理人 弁理士 青山 保 ほか2名

第1図は、1つの光導波部を有する本発明の光導波路の横断面図、

第2図は、光導波部の両端部での架橋度が中央部での架橋度よりも大きい本発明の光導波路の縦断面図、

第3図は、中間層を有する本発明の光導波路の横断面図、

第4A図および第4B図は、複数の光導波部を有する本発明の光導波路の横断面図、

第5A~5D図は、少なくとも1つの空孔を有する本発明の光導波路の横断面図、

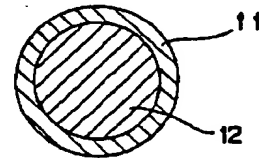
第6図は、棒状体および/または管状体が光導波部内に存在する本発明の光導波路の横断面図、

第7A~7C図は、棒状体および/または管状体が支持部材中に存在する本発明の光導波路の横断面図、

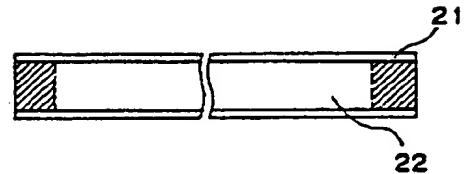
第8A図および第8B図は、液状ポリマーおよびゲル状ポリマーが全長にわたって存在する本発明の光導波路の横断面図、

第9図は、従来の光導波路の縦断面図である。

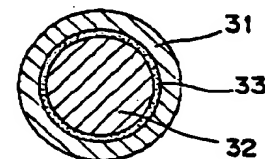
第1図



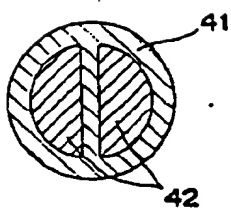
第2図



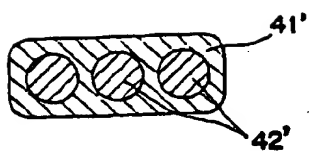
第3図



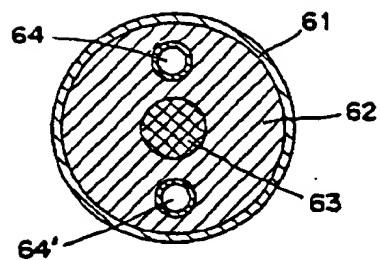
第4A図



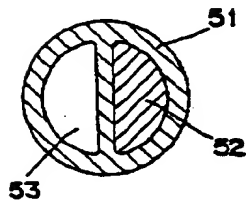
第4B図



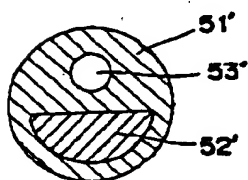
第6図



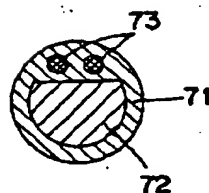
第5A図



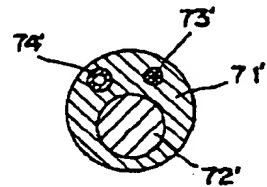
第5B図



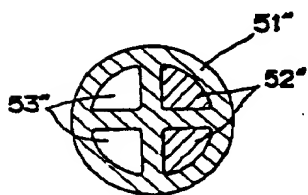
第7A図



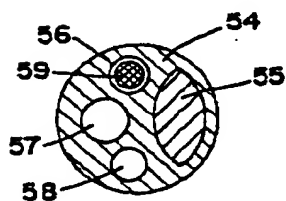
第7B図



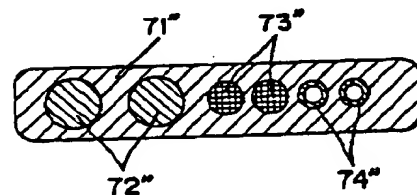
第5C図



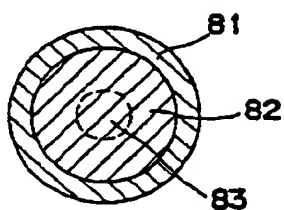
第5D図



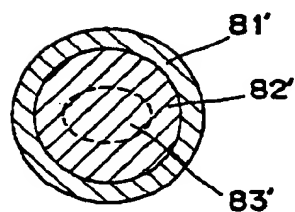
第7C図



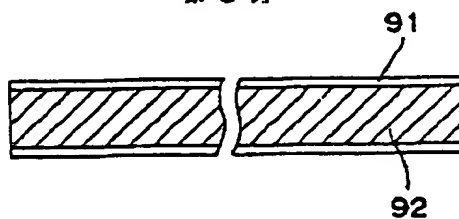
第8A図



第8B図



第9図



第1頁の続き

⑤Int. Cl. 1

G 02 B 6/10

識別記号

庁内整理番号

A-7370-2H

⑦発 明 者 柴 田

豊

大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社

大阪製作所内